

⑨日本国特許庁  
公開特許公報

⑩特許出願公開  
昭54—13002

⑪Int. Cl.<sup>2</sup>  
F 04 D 29/30

識別記号  
1 0 1

⑫日本分類  
63(5) B 103.1

庁内整理番号  
7532—3H

⑬公開 昭和54年(1979)1月31日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭多翼送風機の羽根車

⑯特 願 昭52—78638

⑰出 願 昭52(1977)6月30日

⑱発 明 者 西川嘉康

明石市川崎町1番33号 川崎重

工業株式会社明石工場内

⑲出 願 人 川崎重工業株式会社

神戸市生田区東川崎町2丁目14  
番地

⑳代 理 人 弁理士 難波国英

明 細 書

1. 発明の名称

多翼送風機の羽根車

2. 特許請求の範囲

(1) 羽根車内の気体通路中における各代表流線が構成する各平面に対して共通の1個の円錐面を相貫させ、この各相貫線が、上記各代表流線が構成する各平面上にその代表流線が気体通路内に占める位置に応じて漸次変化すべき羽根の流入点の流入角、羽根の流出点の流出角、ならびに、これら流入点と流出点とを結ぶ滑らかな曲線にそれぞれほぼ合致するようにし、上記円錐面の一部で薄板の根車を形成したことを特徴とする多翼送風機の羽根車。

(2) 主板と側板との中間に、これら主板および側板と共通の回転軸心をもつ中間板を介装し、主板と側板間の羽根が中間板で分割されている特許請求の範囲第1項記載の多翼送風機の羽根車。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、多翼送風機の新規な羽根車の構成

に関する。

通常多翼送風機の羽根車は、第1図に示すように、羽根1の入口縁5及び出口縁6が全羽根巾Wにわたりそれぞれ回転軸心4と平行で、かつ羽根1を回転軸心4と平行な方向から眺めたとき、第2図に示すように、その全羽根巾Wにわたり一定半径 $R_0$ の円弧羽根1で構成されており、その結果、全羽根巾Wにわたってその流入角 $\beta_1$ 、流出角 $\beta_2$ は一定である。ここで $r_1$ 、 $r_2$ は羽根1のそれぞれ内径および外径である。したがって、流体力学の立場から言えば、羽根1への流入状態及び羽根1からの流出状態は、全羽根巾Wにわたって一様でなければならない。

しかるに、実際の流動状態を見ると、第3図に示すように、流体は側板3側より主板2側へ片寄り、その流入及び流出状態は全羽根巾にわたって一様ではなく、第4図に示す如く、羽根への径方向流入速度 $C_1$ は側板3側より主板2側へ行く程高く、それに伴ない、吐出ヘッド $H_1$ も側板3側より主板2側に行く程高くなっている。

吐出ヘッド $H_t$ が全羽根巾 $W$ にわたって不均一である理由は以下のようである。まず、吐出ヘッド $H_t$ は、羽根1の入口縁5および出口縁6の周速度をそれぞれ $u_1, u_2$ とし、入口縁5に対する流体の流入速度 $C_1$ （この場合は<sup>上記</sup>径方向流入速度 $C_{1r}$ に等しい）の周方向成分を $C_{u1}$ （この場合は $C_{u1}=0$ ）、出口縁6に対する流体の流出速度 $C_2$ の周方向成分を $C_{u2}$ とすると、

$H_t \propto (u_2 C_{u2} - u_1 C_{u1}) = u_2 C_{u2}$  ( $C_{u1}=0$ だから)となる。ところが、全羽根巾 $W$ にわたって、出口縁6の周速度 $u_2$ は一定であるが、流体の流出速度 $C_2$ の周方向成分 $C_{u2}$ は変化しているの、吐出ヘッド $H_t$ は全羽根巾 $W$ にわたって不均一となる。このような $C_{u2}$ の変化は、流出速度 $C_2$ の径方向成分 $C_{m2}$ が流入速度（径方向流入速度） $C_1$ の全羽根巾 $W$ にわたる変化に応じて変化しているのに対して流出角 $\beta_2$ が一定であることに起因している。したがって、たとえば第7図(C)に示すように、主板2に沿う流体の流出速度 $C_{2b}$ の径方向成分 $C_{m2b}$ が側板3に沿う流体の流出速度 $C_{2a}$ の径方

向成分 $C_{m2a}$ より大きいので、上記流出速度 $C_{2b}$ の周方向成分 $C_{u2b}$ が上記流出速度 $C_{2a}$ の周方向成分 $C_{u2a}$ より大きくなって、両板2、3に沿う吐出ヘッド $H_{tb}$ と $H_{ta}$ とは等しくなく、

$$H_{tb} > H_{ta}$$

となる。

以上のように、全羽根巾 $W$ にわたって流出角 $\beta_2$ が一定であるために流出速度 $C_2$ の周方向成分 $C_{u2}$ が不均一となり、その結果吐出ヘッド $H_t$ の不均一が発生するわけである。

吐出ヘッドの不均一は主流の逆流、剥離による効率低下、不安定性能の発生、並びに渦発生によるケーシングの振動を誘起し、流入速度の不均一は、流入点における羽根の流入角と実際の流体流入角との間のミスマッチングとなつて衝突損失を発生させ、吐出ヘッドの不均一と相俟つて騒音の増大をきたす。また、多翼送風機は通常、大容量になる程、羽根巾 $W$ が広くなるので、大容量の多翼送風機程、上記傾向が著しくなり、その性能が大幅に低下する。

以上の欠点を解消する方法としては、羽根1をねじつて、流入角 $\beta_1$ 、及び流出角 $\beta_2$ を所望の値とすることが提案されているが、従来多翼送風機の羽根車は鋼板製である故、小型機ならまだしも、大型機で羽根1をねじるとなると、加工上極めて困難であり、コスト高となる。このことが、性能上の不利があるにも拘わらず、従来通りの方法で多翼送風機が生産され続けている理由の1つである。

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、準二次元曲面である円錐面の一部を羽根に利用することにより、羽根の入口縁及び出口縁はそれぞれ回転軸心と平行でありながら第7図(A)に示すように、流入点における実際の流体流入角とのマッチングのために側板側aより主板側bへ行く程流入角 $\beta_1$ を大きく、又、第7図(B)に示すように出口縁では流出点における吐出ヘッド $H_t$ の均一化すなわち流出速度の周方向成分 $C_{u2}$ の均一化のために主板側bより側板側aへ行く程流出角 $\beta_2$ を大きくした羽根車を実現させ、上記の

ような性能上の欠点を解消してすぐれた送風機特性を有し、なおかつ、工作上的困難を解消した製作の容易な多翼送風機の羽根車を提供することにある。

つぎに、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

多翼送風機の羽根車は、第1図乃至第4図において、その概様を説明した通り、鋼板製の多数の羽根1を主板2と側板3との間に溶接で固定し、主板2をハブ8に固定して構成されている。

このような構成から成る羽根車において、本発明は、前記羽根1を次の通りに構成したものである。

第6図(A)乃至(C)は、半頂角 $\theta$ の円錐面 $T$ と、第5図に示す代表流線 $L$ が構成する平面 $L$ との相貫図を示す。第6図(B)は第2図に対応しており、 $x-y$ 座標原点0は回転軸心4に対応する。半頂角 $\theta$ の円錐面 $T$ は、その垂線が回転軸心4に平行で、 $x-y$ 平面上、回転軸心4に対して $x$ 軸方向に距離 $x_p$ 、 $y$ 軸方向に距離 $y_p$ だけ離れた位置に置か

れている。

多翼送風機の羽根キャンバは、羽根巾Wに対して極めて小さいゆえ、羽根を通過する流れは近似的には回転面に平行であるので、第5図のように羽根車内の気体通路中における代表流線 $\ell$ を回転面に平行に設定する。ここでは簡略化のために3本の代表流線 $\ell_a, \ell_1, \ell_b$ のみを示す。これらの代表流線 $\ell_a, \ell_1, \ell_b$ は第6図(A)に示すように、それぞれ平面 $L_a, L_1, L_b$ を構成する。側板3に沿う流線 $\ell_a$ は平面 $L_a$ と円錐面Tとの相貫線 $m_{1a}m_{2a}$ に対応し、 $m_{1a}$ 点での流入角は第6図(B)中に $\beta_{1a}$ 、曲線 $m_{1a}m_{2a}$ 上の任意点 $m_a$ での流れ角 $\beta_a$ でそれぞれ示される。同様に、側板3と主板2との間の代表流線 $\ell_1$ は曲線 $m_1m_2$ に対応し、曲線 $m_1m_2$ 上の任意点 $m$ での流れ角は $\beta$ で示されている。また、主板2に於ける代表流線 $\ell_b$ は $m_{1b}m_{2b}$ に対応している。

第6図(C)は、第6図(B)を右から見た図であり、第1図に対応している。また、曲線 $m_1m_2$ 上の点 $m$ は、 $y-z$ 平面上 $m(y, z)$ に対応している。こ

流れ角 $\beta$ は半径位置 $r$ が点 $P(x_p, y_p)$ を通るときすなわち $r=r_p=\sqrt{x_p^2+y_p^2}$ であるとき、全羽根巾Wにわたって $90^\circ$ であり、半径位置 $r$ が $r_p$ より小さいときは、 $\beta$ は主板側へ行く程大きくなり、半径位置 $r$ が $r_p$ より大きいときは、 $\beta$ は側板側へ行く程大きくなる。したがって、流入角 $\beta_1$ は、側板側で一番小さく、漸次増加して主板側で一番大きくなり、流出角 $\beta_2$ は、側板側で一番大きく、漸次減少して主板側で一番小さくなる。

これらの関係を幾何学的に考察する。

今、第6図(A)乃至(C)において代表流線 $\ell_1$ の構成する平面と円錐面Tとの相貫線の1部である弧線 $m_1m_2$ 上にある任意の点 $m$ を考える。点 $m$ は、第6図(B)上では座標 $(x, y)$ を有し、第6図(C)上では座標 $(y, z)$ を有する。

この場合、次の関係がある。

$$f=f(x, z, \theta) \quad (1)$$

$$x=f(r, \beta_1, f_a, z, \theta) \quad (2)$$

$$y=f(r, \beta_1, f_a, z, \theta) \quad (3)$$

ここで $z$ は回転軸心4に対応する座標軸である。Wは羽根巾であり、 $m_{1a}m_{2a}$ が側板3に、また $m_{1b}m_{2b}$ が主板2にそれぞれ連結される。

$m_{2d}-m_2-m_{2b}$ で構成される曲線は第5図の羽根出口縁6に、また $m_{1a}-m_1-m_{1b}$ で構成される曲線は羽根入口縁5にそれぞれ相当する。第6図(C)は第6図(A)の側面図であるため、出口縁6、入口縁5共、回転軸心4に平行には見えないが、実際は、第6図(B)からわかるように回転軸心4に平行である。

このようにして、羽根1は円錐面T上に置換されており、各相貫線 $m_{1a}m_{2a}$ 、 $m_1m_2$ 、 $m_{1b}m_{2b}$ は、羽根1の各代表流線 $\ell_a, \ell_1, \ell_b$ 上の流入点の流入角、流出点の流出角、ならびにこれら流入点と流出点とを結ぶ滑らかな曲線にそれぞれほぼ合致している。

さらに、羽根は円錐面Tの一部であるから、各代表流線 $\ell_a, \ell_1, \ell_b$ の曲率半径 $f$ が第2図に示されるようには一定でなく、側板3より主板2へ行く程大きくなっている。第6図(B)に示される

$$\psi=f(r, \beta_1, f_a, x, y) \quad (4)$$

ここで $\psi$ は $m$ 点での弧線 $m_1m_2$ の接線と $x$ 軸とのなす角である。さらに $m$ 点での半径 $r$ の円弧の接線と $x$ 軸とのなす角を $\alpha$ とすれば、微分法より、

$$\alpha=\tan^{-1}\left(\frac{dy}{dx}\right)_m \quad (5)$$

又、

$$\beta=\psi+\alpha \quad (6)$$

であるから、(6)式に(1)～(5)式を代入すれば、 $m$ 点の第6図(B)における流れ角 $\beta$ が、(1)式からはそれに対応する流線の曲率半径 $f$ が得られる。点 $m$ が流入点 $m_1$ 上にあれば、そのときの $\beta$ は流入角 $\beta_1$ と一致する。同様に点 $m$ が流出点 $m_2$ 上にあればその時 $\beta$ は流出角 $\beta_2$ と一致する。

以上の方法で羽根巾方向座標 $z$ をWから0まで変化させて計算を進めてやると羽根巾方向位置での値、すなわち、羽根入口縁各点での流入角 $\beta_{1a}, \dots, \beta_{1b}$ 、羽根出口縁各点での流出角 $\beta_{2a}, \dots, \beta_{2b}$ 及び、 $z$ 座標に対する代表流線曲率半径 $f_a, \dots, f_b$ が定まる。

このようにして、各相貫線が演算決定されたな

らば、 $m_{1a}, m_{1b}, \dots, m_{2a}, m_{2b}, m_{1b}, \dots, m_{1a}, -m_{1a}$  で囲まれる部分を薄板からなる半頂角  $\theta$  の円錐面  $T$  から切り出す。この切出軌跡は、第6図(B), (C)における点座標、つまり  $m(x, y, z)$  より容易に知ることができる。

また、第6図(D)に示す如く、円錐面を展開した場合、次の幾何学的関係がある。

$$R = f(z, f, \theta) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\varphi = f(\varphi, f_a, R) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$u = f(R, \varphi) \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$v = f(R, \varphi) \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここで  $R$  は円錐面  $T$  に沿った距離、 $u, v$  は円錐頂点  $P$  を原点として流入点  $m_{1a}$  を通る  $U$  軸およびこれと直交する  $V$  軸とからなる座標系  $U-V$  のそれぞれの座標、 $\varphi$  は任意の点  $m$  と原点  $P$  とを結んだ直線が  $U$  軸となす角である。

したがって任意点  $m(x, y, z)$  に対する展開面上の対応点  $m(u, v)$  も容易に知ることができるので、平板にその軌跡を描いて切出してから曲げてよい。

やれば一義的に定まるので、種々の異なった値  $\theta$  に対して計算または作用を行ない、流線  $L_a$  上の流入角  $\beta_{11}$  および流出角  $\beta_{21}$  がそれぞれ所定の値となるような半頂角  $\theta$  を求める。

そこで、設計資料としては、羽根車の流入出角  $\beta_1, \beta_2$ 、および内外径比  $r_1/r_2$  が与えられたとき、直ちに羽根1の寸法が見出せるようにデータを用意しておくといふ。例えば、流入角  $\beta_{1a}$ 、内外径比  $r_1/r_2$ 、円錐半頂角  $\theta$  の場合、縦軸に流出角  $\beta_{2a}$ 、横軸に曲率半径  $f_a$  をとった図と、 $f_a$  をパラメータとし、縦軸に流出角  $\beta_2$  及び流入角  $\beta_1$ 、横軸に羽根巾方向座標  $z$  をとった図表を作成しておくといふ。

第8図は、第1図の羽根車に更に円盤形の間置板7が入り、羽根1が全周にわたって左右に分割されている実施例を示す。この間置板7は主板2および側板3と共通の回転軸心4を有している。事情によつては、間置板7を複数枚入れて、羽根をより多くに分割することもできる。

これは、羽根1の全巾にわたり、1個の円錐だ

このようにして、円錐面  $T$  から羽根1を切出し、或は、先に切出した鋼板を曲げて羽根1とし、第1図に示すように、主板2と側板3との間に挿入して組立てれば、多翼送風機の羽根車として必要とされた性質を持つ羽根を容易に製作することができる。

実際にこの発明による多翼送風機の羽根車を設計する場合には、つぎのような手順で行なうといふ。まず第6図(B)において、入口縁半径  $r_1$  および出口縁半径  $r_2$ 、ならびに流線  $L_a$  上の流入点  $m_{1a}$  の流入角  $\beta_{1a}$  を決定してやると、曲率半径  $f_a$  が決まれば、 $P$  点座標  $P(x_p, y_p)$  は一義的に決まる。よつて  $f_a$  をパラメータとして、つまり種々の異なった値  $f_a$  について計算または第6図(B)のような作図を行なつて、出口縁半径  $r_2$  上の点  $m_{2a}$  点における流出角  $\beta_{2a}$  が所定の値となるような曲率半径  $f_a$  を求める。これより  $P$  点座標  $P(x_p, y_p)$  を得る。

つぎに、他の流線、たとえば  $L_1$  上の流入角  $\beta_{11}$  および流出角  $\beta_{21}$  は、上記  $P$  点座標  $P(x_p, y_p)$  が決まっているから、円錐面  $T$  の半頂角  $\theta$  を決めて

けでは、流入角  $\beta_{1a} \dots \beta_{1b}$  や流出角  $\beta_{2a} \dots \beta_{2b}$  及び曲率半径  $f_a \dots f_b$  の必要な変化を満たせない場合、互いに異なる円錐との相貫による羽根1を用いることができるからである。

他の理由は、中間板7を介装して羽根車自体の強度を増すためである。

この発明は、上述の通り、多翼送風機の羽根車において従来必要とされていた曲面を、円錐の一部である準2次元曲面を用いて実現したものである。すなわち羽根入口縁及び出口縁は回転軸心と平行でありながら、第7図(A)に示すように、その流入点での流入角は、流入点での衝突損失が生じないように側板側より主板側へ行く程大きくなるよう分布し、流出点での流出角は、第7図(B)に示すように、流体の流出速度の周方向成分  $C_{u2}$  が一様になつて、すなわち流出点での吐出ヘッドが一様になつて流れを乱さないように、側板側から主板側へ行く程小さくなるよう分布している。

なお第7図(A), (B)において  $u_1, u_2$  はそれぞれ流入点および流出点での羽根1の周速度を示す。

このように、本来必要とされながらも、その製作上の困難さから製品化し得なかつた高性能の多翼送風機を、この発明に従えば容易かつ安価に製作できて、工業的価値を高めることができる。

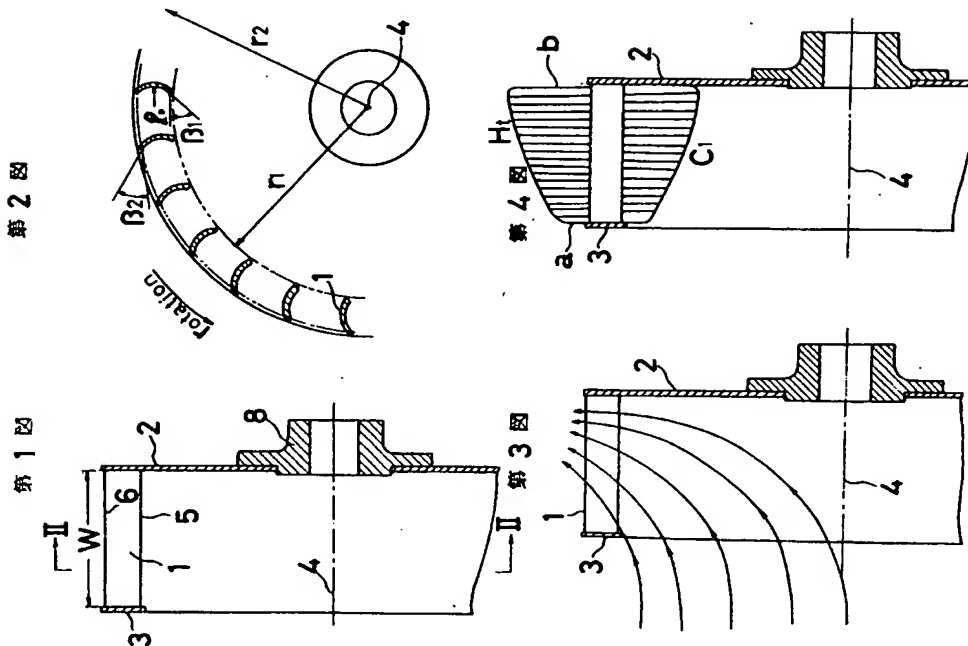
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は多翼送風機の羽根車の一部を示す縦断面図、第2図は第1図のII-II線断面図、第3図は多翼送風機内の流体の片寄り流れ状態説明図、第4図は多翼送風機羽根入口の径方向流速と羽根出口での吐出ヘッドの分布説明図、第5図は羽根上の流線を示す羽根車の従断面図、第6図(A)乃至(D)は本発明による羽根車の羽根の製作を説明するための円錐面と平面との相貫図で、(A)は斜視図、(B)は回転軸心方向から見た図、(C)は回転軸心と平行に見た図、(D)は羽根板の展開図、第7図(A)、(B)は羽根入口および羽根出口でのそれぞれの速度三角形図、第7図(C)は通常多翼送風機の羽根出口での速度三角形図、第8図は中間板を介装した場合の実施例を示す羽根車の縦断面図である。

1 - 羽根、2 - 主板、3 - 側板、4 - 回転軸心、

7 - 中間板、8 - ハブ、 $m_{1a}, m_{1b}$  - 流入点、 $l_{1a}, l_{1b}$  - 代表流線、 $L_{1a}, L_{1b}$  - 代表流線が構成する平面、 $T$  - 円錐面、 $m_{2a}, m_{2b}$  - 流出点、 $\beta_{1a}, \beta_{1b}$  - 流入角、 $\beta_{2a}, \beta_{2b}$  - 流出角。

特許出願人 川崎重工業株式会社  
代理人 弁理士 難波 国英





## 手続補正書

昭和52年8月10日 適

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

特願昭 52-078638号

## 2. 発明の名称

多翼送風機の羽根車

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住 所 兵庫県神戸市生田区東川崎町2丁目14番地  
名 称 (097) 川崎重工業株式会社

## 4. 代理人

郵便番号 550  
住 所 大阪市西区西本町1丁目5番3号 (扶桑ビル)  
氏 名 井理士 (7415) 難波国英 (外 名)  
電話大阪 (06) 538-1288番

## 5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日 (発送日) 自発的 10字削除

## 6. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」ならびに図面

12頁第11行目、第12頁第13行目、第12頁第14行目、第12頁第16行目、第13頁第10行目、第14頁第2行目；

「 $f_a$ 」とあるを「 $\rho_a$ 」と訂正致します。

(8) 第10頁第18行目、第14頁第2行目；

「 $f_b$ 」とあるを「 $\rho_b$ 」と訂正致します。

(9) 第11頁第1行目；

「 $m_{2a}$ 」と「 $m_{2b}$ 」との間に「…」を挿入致します。

## B. 図 面：

(1) 第2図、第6図(B)、第7図(B)を別添の通り補正致します。

## 8. 添付書類の目録

(1) 訂正図面 1通

特許出願人 川崎重工業株式会社  
代理人 井理士 難波国英

## 7. 補正の内容

## A. 明細書：

(1) 第8頁第4行目；

「 $m_{2d}$ 」とあるを「 $m_{2a}$ 」と訂正致します。

(2) 第8頁第18行目、第10頁第10行目、第11頁第18行目；

「 $f$ 」とあるを「 $\rho$ 」と訂正致します。

(3) 第9頁第18行目；

「 $f=f(f_a, z, \theta)$ 」とあるを「 $\rho=f(\rho_a, z, \theta)$ 」

と訂正致します。

(4) 第9頁第19行目；

「 $x=f(r, \beta_1, f_a, z, \theta)$ 」とあるを「 $x=f(r, \beta_1, \rho_a, z, \theta)$ 」

と訂正致します。

(5) 第9頁第20行目；

「 $y=f(r, \beta_1, f_a, z, \theta)$ 」とあるを「 $y=f(r, \beta_1, \rho_a, z, \theta)$ 」

と訂正致します。

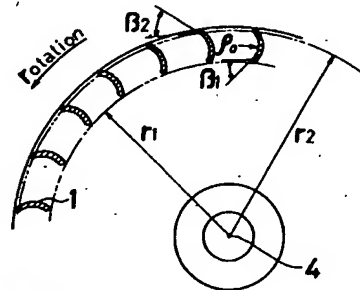
(6) 第10頁第1行目；

「 $\psi=f(r, \beta_1, f_a, x, y)$ 」とあるを「 $\psi=f(r, \beta_1, \rho_a, x, y)$ 」

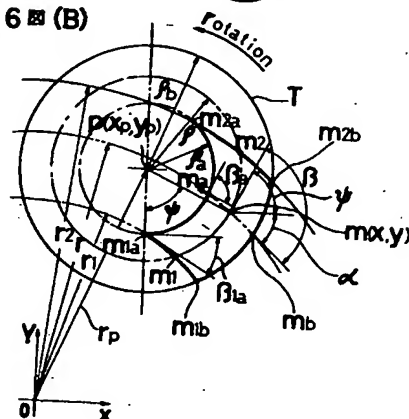
と訂正致します。

(7) 第10頁第18行目、第11頁第9行目、第

第2図



第6図(B)

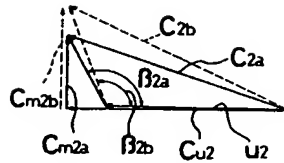


# 手続補正書

昭和52年9月1日

特許庁長官殿

第7図(B)



## 1. 事件の表示

特願昭 52-078638号

## 2. 発明の名称

多翼送風機の羽根車

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 兵庫県神戸市生田区東川崎町2丁目1番地

名 称 (097) 川崎重工業株式会社

## 4. 代理人

郵便番号 550

西本町1丁目5番3号(扶桑ビル)

住 所 大阪市西区阿波町通ササキビル5階(主簿)

氏 名 弁護士 (7415) 難波 国 英 (外 名)

電話大阪 (06) 541-8170  
538-1288

16字押入  
17字は消

8字は消  
8字押入

## 5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日 (発送日) 自発的 10字削除

## 6. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」

## 7. 補正の内容

別紙の通り

5字以内

## A. 明細書:

(i) 第2頁第18行目:

「a」および「b」を削除いたします。

特許出願人 川崎重工業株式会社

代理人 弁護士 難波 国 英



PAT-NO: JP354013002A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 54013002 A

TITLE: VANE ROTOR OF MULTI-VANE TYPE FAN

PUBN-DATE: January 31, 1979

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
NISHIKAWA, YOSHIYASU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
KAWASAKI HEAVY IND LTD

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP52078638

APPL-DATE: June 30, 1977

INT-CL (IPC): F04D029/30

US-CL-CURRENT: 416/186R, 416/187 , 416/DIG.2

ABSTRACT:

PURPOSE: Vane rotor of multi-vane type fan in which non-uniform discharge head and a working difficulty are eliminated by utilizing a portion of conical surface in a vane.

COPYRIGHT: (C)1979, JPO&Japio